协作如何减少记忆错误：一项元分析研究*

孙亚茹 刘泽军 段亚杰 陈 宁 刘 伟

（上海师范大学教育学院，上海 200234）

摘 要 为探究协作记忆中错误修剪效应的稳定性和影响因素，经文献检索和筛选，对 38 项协作记忆研究的 64 个独立样本(总样本量 $N = 6225$)进行元分析。结果发现，协作记忆中的错误修剪和协作抑制均稳定出现；调节效应分析表明，协作方式能调节错误修剪，但不影响协作抑制效应；材料类型对错误修剪效应无显著影响，但情景材料有更高水平的协作抑制；熟悉关系增强错误修剪效应并削弱协作抑制。以上结果表明，协作能稳定地抑制错误数量，提升协作记忆的正确率，但在一定程度上受到协作方式和关系类型等因素的调节。

关键词 协作记忆，元分析，错误修剪，协作抑制，调节效应

分类号 B842

1 引言

协作记忆（collaborative memory）是两人及以上数量个体共同提取信息的记忆（Barber et al., 2012; Nie et al., 2021）。协作记忆的研究一般也采用编码—提取的经典范式。在编码阶段，被试对记忆材料进行单独学习，在提取阶段，将被试分为数量相同的两组，一组是协作组（collaborative group），一组是名义组（nominal group）。协作组成员共同提取已学习信息，而名义组则单独提取。协作记忆成绩为协作组成员共同提取的正确项目总量，每个名义组的成绩为与协作组同样数量被试单独提取的正确项目的无叠加之和（Nie et al, 2019; 2021; Rajaram, 2011）。协作提取效应以协作组与名义组正确提取数量之差确定，如果协作组高于名义组，表明协作对提取的影响是积极的，产生了协作促进（collaborative enhancement），反之则表明协作限制了信息提取，即协作抑制（collaborative inhibition）。

现有研究多得到协作组提取正确数量低于名义组的结果，表明协作抑制是较稳定的协作提取效应，这也得到了元分析研究的证实（Marion & Thorley, 2016）。在解释协作抑制的理论模型中，提取策略中断假说（retrieval strategy disruption hypothesis）得到了最广泛的认可。该假说认为，协作抑制的产生源于在提取过程中，协作组成员的检索策略受到他人的破坏和干扰（Basden et al., 1997），但名义组成员的单独提取仍可自由依赖个体最佳提取策略，从而比协作组的回忆率更高（Rajaram & Pereira-Pasarin, 2010）。提取策略中断假说得到了一些研究的支持。例如，有研究发现，协作组以自由回忆方式提取信息时，需依赖个体对编码

收稿日期：2023-01-03

* 孙亚茹和刘泽军为本文共同第一作者。

通信作者：陈宁, E-mail: chenning@shnu.edu.cn；刘伟, E-mail: liuwei@shnu.edu.cn

信息的个性化组织，因此协作抑制效应更明显（Barber et al., 2012）；而依据线索回忆或再认的提取方式较少依赖自身的组织策略，协作抑制会减弱（Clark et al., 2000; Finlay et al., 2000）。也有研究者提出了提取抑制假说（retrieval inhibition hypothesis）解释协作抑制，认为协作组成员的提取结果可能会抑制其他成员对未提取信息的表征和激活，导致协作抑制效应出现，这实质是社会分享型提取诱发遗忘的表现（Coman et al., 2009）。例如，在 Barber 等（2015）的研究中，协作组成员在协作提取（一次提取）后再单独完成个人回忆任务（二次提取），结果发现，由于同伴提取结果的影响，协作组成员在二次提取中的表现比名义组更差（Barber et al., 2015）。

协作提取效应是以协作组和名义组正确提取项目的数量为基础得到的，但也有研究者关注到提取项目的错误数量这一指标，发现了协作组提取的错误项目比名义组更少的现象（Nie et al., 2021; Maswood et al., 2022; Vredeveldt et al., 2019），并将其命名为错误修剪（error pruning）。有研究者认为，错误修剪通过减少错误记忆，能抵消协作导致的提取数量的损失（Harris et al., 2012）。一些研究还发现，协作组的提取同时表现出协作抑制和错误修剪（Nie et al., 2021; Vredeveldt & Van Koppen, 2018），然而也有一些研究并未发现两者共存（Harris et al., 2013; Vredeveldt et al., 2017; Whillock et al., 2020）。那么，错误修剪是否在协作记忆中稳定出现？与以正确提取数量为指标的协作提取效应(协作抑制和协作促进)有何关系？哪些因素会调节错误修剪？一方面，元分析研究能通过对同类研究的再分析，得到大样本数据结果和整合而成的总体研究结论，为回答上述问题提供实证的依据；另一方面，目前仅有一项对协作记忆的量化结果进行元分析的研究——该研究纳入了 64 个效应量，发现了协作抑制的稳定性，但并没有考察协作对错误提取数量的影响（Marion & Thorley, 2016）。综上，本研究在介绍错误修剪的心理机制及可能的调节变量基础上，首次对错误修剪和相关调节因素进行元分析，同时也对所纳入研究的协作提取效应进行元分析，通过两种元分析的结果的比较，为进一步厘清协作记忆的加工机制提供启发。

1.1 错误修剪效应的心理机制

综合已有研究可知，研究者主要从两方面解释错误修剪效应的产生的原因。首先，协作会抑制错误项目的产生。根据社会动机假说，个体的社会动机影响协作过程的投入程度（Weldon et al., 2000）。由于责任分散的原因，群体成员更关心如何满足社会期望、受到他人赞许以及避免被负面评价，因此做出贡献的积极性较低（Ekeocha & Brennan, 2008）。具体到协作记忆中，如果协作组成员对自己的提取不确定，就会依赖同伴的记忆信息，从而抑制了不准确信息的提取（Andrews et al., 2015）。例如，Ross 等（2008）通过分析协作提取过程中的对话发现，当协作组被试提出不确定的答案时，即使在其他成员同意保留的情况下，提出者在随后的讨论中也会主动删除，而被删除项目中的大部分是错误提取。这种抑制不确定项目提取的倾向，主要来源于避免他人的负面评价（Weldon et al., 2000; Andrews et al., 2015）。其次，协作增加了纠正错误的机会。根据来源监控假说，记忆提取是一个激活编码

信息并归结到特定来源的决策过程，对决策过程施加影响会波及到监控的准确性（Johnson et al., 1993）。在协作记忆中，对激活记忆信息的评估和决策由群体成员共同完成，个体的判断（特别是错误判断）常常被群体推翻；而个体情境中的记忆提取则没有这种接受检查的机会，因此保留了更多错误判断（Saraiva et al., 2017）。具体地说，在协作提取过程中，小组成员可以通过交流，互相检查提取的项目并评估准确性，通过拒绝错误信息进行提取质量的控制（Ross et al., 2008）。研究表明，自由交流的提取情境使错误修剪更显著（Bärthel et al., 2017; Rossi-Arnaud et al., 2019），而禁止讨论的提取情境则使错误修剪减弱甚至消失（Harris et al., 2012）。

可见，在一般情况下，与名义组相比，协作组更易在提取中减少错误。由此，本研究提出假设 1：协作组的记忆错误少于名义组，出现较稳定的错误修剪效应。

错误修剪和协作抑制是协作记忆的常见结果，以往研究主要使用提取策略中断假说对协作抑制为主的协作提取效应进行解释。然而，已有研究发现，无论是正确项目还是错误项目，在协作提取中往往都受到抑制（Ekeocha & Brennan, 2008）。再结合以往以正确提取项目为指标的协作提取效应的实证研究和元分析研究（Marion et al., 2016），协作抑制是协作提取中稳定出现的效应，且前述促进错误修剪的因素，如充分交流和信息交换，又都会强化提取策略干扰，从而增强协作抑制。由此提出假设 2：协作减少错误的同时也使正确提取数量减少，即错误修剪和协作抑制同为协作记忆的稳定效应。

1.2 错误修剪效应的调节变量

根据相关研究结果，协作记忆各环节的诸多因素会对错误修剪产生调节作用。在以往协作记忆的研究中，协作方式、记忆材料性质和协作关系类型是涉及最多的调节因素，且已有元分析研究针对这三种调节变量对协作提取效应的影响进行了探讨（Marion et al., 2016）。基于以上考虑，结合现有文献中，协作记忆的错误修剪研究纳入的调节变量的情况，本研究也选取这三种调节变量纳入元分析。

1.2.1 协作方式

在已有研究中，被试在协作提取中采取的协作方式主要有自由回忆、达成共识和轮流回忆三种方式。其中自由回忆要求协作组成员在提取时自由讨论并自主解决分歧，没有其他特定要求（Hyman et al., 2013）；在达成共识方式中，协作组成员也可自由交流，但强调组内成员须对提取结果达成一致（Harris et al., 2012）；轮流回忆则是协作组成员按固定顺序每人每次提取一个项目，并禁止讨论（Maswood et al., 2022）。以往以正确提取数量为指标的研究发现，自由回忆或达成共识的提取方式能使个体依照个性化策略以自由顺序提取项目，较少受到策略干扰（Harris et al., 2012），若使用轮流回忆的提取方式，组内成员的提取结果会干扰和破坏个体的提取策略，从而更易产生协作抑制的结果。

而以错误提取为指标的研究表明，采用自由回忆和达成共识的协作方式时，协作组产生的提取错误少于名义组（Harris et al., 2012; Whillock et al., 2020）。有研究者认为达成共识

方式能更准确地拒绝没有呈现的项目（Rajaram & Pereira-Pasarin, 2010），而轮流回忆的方式一方面使协作组成员者无法交流，缺乏互相纠正错误的机会（Peker & Tekcan, 2009），另一方面可能会增加小组成员的压力，导致了更多错误信息入侵（Thorley & Dewhurst, 2007）。一项目击者访谈形式的协作记忆研究也表明，小组内的讨论对记忆的准确性有积极作用（Vredeveldt et al., 2016）。总之，交流讨论似乎是使协作组成员更多拒绝错误项目的关键因素。由此提出假设 3：与轮流回忆相比，自由回忆和达成共识的协作方式更有利于增强错误修剪。

1.2.2 材料类型

协作记忆的研究通常使用三种类型的材料，即分类项目、不分类项目及情景材料（Marion et al., 2016）。其中分类项目是指属于一个或几个类别的单词、图片等项目，不分类项目则是跨类别的无关简短项目，情景材料包括短篇故事、电影片段及场景等。以往研究发现，协作抑制效应普遍存在于各种类型的记忆材料中，尤其是需要个体以独特方式编码的分类项目材料更甚。而情景材料具有较强的逻辑性，协作组成员的信息组织方式较相似，提取策略不易被破坏，所以协作抑制减弱甚至消失（张环 等, 2021）。

已有研究也发现，不同材料类型对错误修剪效应的影响存在差异。例如，Nie 等（2021）以分类双字词表为材料，发现协作组比名义组产生了更少的错误信息，协作增强了项目提取的准确性。另外，Zhang（2017）等使用 90 个不相关中性词（不分类项目）的研究发现错误修剪效应不显著。另有研究使用情景材料，发现协作组比与名义组提取错误更少，表现出较低的受暗示水平（Rossi-Arnaud et al., 2019）。有研究者认为，分类项目和情景材料具有较强的逻辑线索，更易对具体项目或细节进行讨论，所以有利于纠错，而不分类项目在讨论纠错的过程中会遇到更多障碍（Marion et al., 2016）。综上，本研究提出假设 4：与不分类项目相比，分类项目和情景材料的错误修剪效应更强。

1.2.3 关系类型

以往协作提取效应的研究结果表明，夫妻关系能获得明显、稳定的提取优势（Barnier et al., 2018），朋友关系也能减弱协作抑制（Takahashi., 2007），还能使个体在随后的个人回忆中受益（Harris et al., 2013）。这主要是因为协作组成员相互了解的程度越高，关系越亲密，越能够更积极的进行项目提取管理（Browning et al., 2018）。

但以人际关系视角关注协作提取错误的研究很少——以老年夫妻为对象的一项研究表明，在提取一周前观看的影片内容时，协作组比名义组更少犯错（Vredeveldt et al., 2016）。根据交互记忆系统理论（Wegner, 1987），群体成员在彼此熟悉并经历共同事件过程中，可发展出一个高效的记忆系统以共享信息的编码、存储和检索。这不仅能减弱协作提取的抑制，也能通过交叉提取减少错误记忆数量。综上，本研究提出假设 5：与陌生关系相比，协作组成员间的熟悉关系能增强协作提取的错误修剪。

2 研究方法

2.1 文献检索与筛选

本研究的中文文献来源于中国知网（包括期刊全文数据库、硕博论文全文数据库和会议论文数据库等）、万方数据知识服务平台及维普中文期刊服务平台等，检索关键词为“协作记忆”、“合作记忆”、“协作抑制”、“协作促进”、“错误修剪”、“协作提取”等。英文文献在 Web of Science、Science Direct、EBSCO、ProQuest (dissertation)等数据库中获得，检索关键词为“collaborative memory”、“collaborative recall”、“collaborative inhibition”、“collaborative facilitation”、“error pruning”、“collaborative retrieval”等，共进行两次文献检索，分别在 2022 年 6 月和 2023 年 4 月。去除重复文献后，共获得 1997~2023 年间协作记忆研究的文献 390 篇。另有以协作记忆的错误修剪为内容的会议论文 1 篇，与作者联系但未获回应。

为考察协作记忆中的错误修剪效应，采用下述标准对 390 篇文献进行筛选，以确定最终纳入元分析的研究：（1）排除非实证研究，如综述和元分析等；（2）报告了协作组和名义组的错误回忆量，或虽然没有报告，但能够通过数据计算出错误回忆量；（3）若学位论文后续在期刊发表，则只纳入期刊论文。经过筛选，最终 38 篇文献纳入元分析，效应值 64 个，总样本量为 6225。文献检索和筛选流程如图 1 所示。

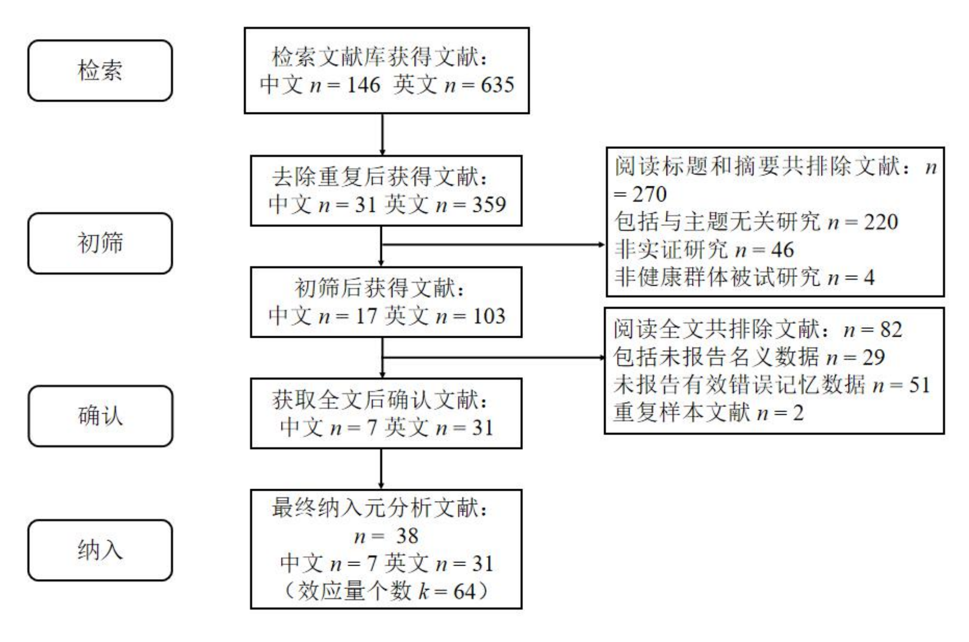


图 1 文献筛选流程图

2.2 文献编码

参照 Wilson 和 Lipsey（2001）的方法对文献进行编码，主要编码信息如下：文献信息（作者名、文献发表时间）、被试数量、发表类型（不同类别期刊 vs.学位论文）、协作方式（自由回忆、达成共识 vs.轮流回忆）、任务材料类型（分类项目、不分类项目 vs.情景材料）、协作组关系类型（陌生关系 vs.熟悉关系）。每个独立样本编码一次，若一篇文献包

含多个独立样本，则分别编码。编码过程为：由课题组集体讨论并编写编码手册，然后 2 名成员根据编码手册单独编码，并在完成后进行交叉检验。若对编码结果有争议，则由课题组讨论并最终达成一致。从发表类型看，筛选后得到的文献共有学位论文、SSCI 和 CSSCI 期刊三类，表明文献质量能得到保证（张亚利等, 2019）（见表 1）。

表 1 纳入元分析研究的基本信息

作者+年份	样本量	材料类型	协作方式	关系类型	发表类型	错误修剪效应量 (Hedges's *g*)	协作提取效应量 (Hedges's *g*)
Barber, 2010	240	不分类	自由回忆	陌生关系	SSCI	0.49	–0.08
Barber, 2011	192	分类	自由回忆	陌生关系	SSCI	0.93	–0.83
Barber, 2012	180	不分类	自由回忆	陌生关系	SSCI	0.68	–1.14
Bärthel, 2017	120	情景材料	达成共识	陌生关系	SSCI	1.43	–2.50
Basden,1997	177	分类	轮流回忆	陌生关系	SSCI	–0.51	–0.81
Basden,1997	192	分类	轮流回忆	陌生关系	SSCI	-0.51	–1.05
Congleton, 2011	72	分类	自由回忆	陌生关系	SSCI	1.65	–0.13
Congleton, 2011	72	分类	自由回忆	陌生关系	SSCI	1.15	–0.57
Congleton, 2011	72	分类	自由回忆	陌生关系	SSCI	1.84	–0.80
Congleton, 2011	72	分类	自由回忆	陌生关系	SSCI	0.90	–2.18
Finlay, 2000	90	不分类	自由回忆	陌生关系	SSCI	0.41	–0.90
Harris, 2012	135	分类	轮流回忆	陌生关系	SSCI	–0.06	–0.98
Harris, 2012	135	分类	达成共识	陌生关系	SSCI	0.90	–1.92
Harris, 2013	129	分类	达成共识	陌生关系	SSCI	1.86	–0.27
Harris, 2013	120	分类	达成共识	熟悉关系	SSCI	1.49	0.00
Hyman, 2013	134	分类	自由回忆	陌生关系	SSCI	0.74	–0.71
Hyman, 2013	218	分类	自由回忆	陌生关系	SSCI	0.65	–0.71
Hyman, 2013	178	分类	自由回忆	陌生关系	SSCI	0.59	–0.02
Nie, 2021	60	分类	自由回忆	陌生关系	SSCI	0.57	–1.29
Nie & Deng, 2023	80	分类	自由回忆	陌生关系	SSCI	1.22	–0.35
Nie & Guo, 2023	78	分类	轮流回忆	陌生关系	SSCI	0.79	–0.62
Peker, 2009	87	分类	轮流回忆	陌生关系	SSCI	0.23	–0.87
Peker, 2009	84	分类	轮流回忆	熟悉关系	SSCI	0.02	–1.24
Pereira-Pasarin, 2011	96	分类	自由回忆	陌生关系	SSCI	1.31	–1.06
Pereira-Pasarin, 2011	192	分类	自由回忆	陌生关系	SSCI	1.21	–0.81
Rivardo, 2013	161	情景材料	自由回忆	混合	SSCI	0.26	0.21
Ross, 2004	120	不分类	自由回忆	熟悉关系	SSCI	1.19	–0.81

Ross, 2008	132	分类	自由回忆	熟悉关系	SSCI	1.11	–0.55
Rossi-Arnaud, 2019	52	情景材料	达成共识	陌生关系	SSCI	1.10	–0.21
Rossi-Arnaud, 2019	52	情景材料	达成共识	陌生关系	SSCI	1.29	–0.29
Rossi-Arnaud, 2020	60	情景材料	自由回忆	陌生关系	SSCI	0.75	–2.54
Rossi-Arnaud, 2020	52	情景材料	自由回忆	陌生关系	SSCI	0.56	–1.96
Saraiva, 2023	152	不分类	轮流回忆	陌生关系	SSCI	0.51	–0.72
Thorley, 2018	100	情景材料	达成共识	陌生关系	SSCI	0.61	–0.62
Thorley, 2018	100	情景材料	达成共识	陌生关系	SSCI	0.31	–1.21
Vredeveldt, 2016	53	情景材料	自由回忆	熟悉关系	SSCI	1.07	–0.12
Vredeveldt, 2017	80	情景材料	自由回忆	混合	SSCI	1.16	–0.37
Vredeveldt, Van Koppen, 2018	100	情景材料	自由回忆	陌生关系	SSCI	0.95	–0.80
Vredeveldt, Van Koppen, 2018	100	情景材料	自由回忆	陌生关系	SSCI	1.07	–1.22
Vredeveldt, Kesteloo, 2018	86	情景材料	自由回忆	混合	SSCI	–0.27	–1.00
Vredeveldt, 2019	84	情景材料	自由回忆	熟悉关系	SSCI	1.18	–1.25
Vredeveldt, 2019	86	情景材料	自由回忆	陌生关系	SSCI	1.12	–1.38
Wessel, 2015	111	情景材料	达成共识	陌生关系	SSCI	0.93	–2.58
Whillock,2020	72	分类	自由回忆	陌生关系	SSCI	–0.14	–0.41
Whillock,2020	72	分类	自由回忆	陌生关系	SSCI	0.53	–0.86
Whillock,2020	72	分类	自由回忆	陌生关系	SSCI	1.37	–0.90
Zhang, 2017	56	不分类	轮流回忆	陌生关系	SSCI	0.11	–0.47
邓灿, 2021_Exp 2	80	分类	自由回忆	陌生关系	学位	2.31	–0.55
郭冰燕, 2019_Exp 1	78	分类	达成共识	陌生关系	学位	0.97	–0.58
柯淳淳, 聂爱情 等, 2017	48	分类	自由回忆	陌生关系	CSSCI	0.12	–0.75
柯淳淳, 聂爱情 等, 2017	48	分类	自由回忆	陌生关系	CSSCI	0.75	–0.54
柯淳淳, 2017	60	分类	自由回忆	陌生关系	学位	0.74	–1.29
李明昱, 2019	80	分类	达成共识	熟悉关系	学位	0.85	0.04
李明昱, 2019	80	分类	达成共识	熟悉关系	学位	0.60	–0.12
李明昱, 2019	80	分类	达成共识	陌生关系	学位	0.98	0.41
李明昱, 2019	80	分类	达成共识	陌生关系	学位	1.19	0.32
李明昱, 2019	112	不分类	自由回忆	熟悉关系	学位	1.00	–0.28
李明昱, 2019	240	不分类	自由回忆	熟悉关系	学位	0.61	–0.21
刘斯, 2021	80	不分类	自由回忆	陌生关系	学位	0.49	–0.36
刘斯, 2021	80	不分类	自由回忆	陌生关系	学位	0.37	–0.43
刘斯, 2021	80	不分类	自由回忆	陌生关系	学位	0.38	–0.06
刘斯, 2021	80	不分类	自由回忆	陌生关系	学位	0.39	–0.44

殷吉利, 2020	120	分类	达成共识	熟悉关系	学位	0.57	–0.61
殷吉利, 2020	240	分类	达成共识	熟悉关系	学位	0.94	–0.71

注：仅列出第一位作者，当同年度同作者有多篇文献时，加入第二作者以区分。

2.3 元分析过程

使用元分析软件 Comprehensive Meta- Analysis （CMA3.3）（Borenstein et al., 2014）对数据进行管理和分析。元分析的过程为：在获得每个研究效应量的基础上，首先检验文献是否存在发表偏倚，其次，通过异质性检验（heterogeneity test），确定固定效应模型或随机效应模型，最后，对主效应和调节效应结果进行检验，调节变量的分析采用亚组分析检验分类变量的结果是否显著。

2.3.1 效应量的计算

错误修剪效应的测量指标是名义组错误回忆量与协作组错误回忆量之差，故本研究以标准化均数差 Hedge's *g* 作为元分析的效应量。Hedge's *g* 是 Cohen's *d* 的修正量，对小样本数据效应量的估计更为精准（Borenstein et al., 2009）。

编码过程中，如果纳入的文献未报告 *d* 值，则根据样本量、均值和标准差等原始数据计算：$d = (M_1 - M_2) / s_{\text{pooled}}$, $s_{pooled} = [(n_1 - 1)\, s_1{}^2 + (n_2 - 1)\, s_2{}^2 / n_1 + n_2 - 2]^{1/2}$；如果纳入的文献未报告样本量、均值和标准差，则根据相应的公式对原始数据的 *F* 值或 *t* 值进行转换：$d = 2[F(n_1 + n_2) / n_1 n_2]^{1/2}$，$d = t\,(n_1 + n_2 / n_1 n_2)^{1/2}$（Goulden, 2006）。另外，协作提取效应即名义组和协作组的提取正确量之差，是各研究最基本的因变量指标，几乎每个协作记忆研究均给出了此数据。而通过协作提取和错误修剪两个效应量的关系，能为探讨协作记忆提取的加工机制提供启发。所以，本研究将协作提取效应的标准化均数差也纳入了元分析。

2.3.2 发表偏倚检验

如果纳入元分析的文献不能全面代表该领域研究的总体结果，则出现了发表偏倚（Rothstein et al., 2005）。本研究运用失安全系数（Classic Fail-safe *N* 值）、漏斗图（funnel plot）和剪补法（trim and fill method）检验发表偏倚。

失安全系数表示使研究失去统计学意义还需纳入研究的数量。当该值大于 5*k* + 10（*k* 为效应量个数）时，说明不存在显著的发表偏倚（Rothstein et al., 2005）。经计算，错误修剪效应量的失安全系数为 5755，协作提取效应的效应量的失安全系数为 5214，两者均远高于临界值。漏斗图是由各个效应量转化而成的可视化的散点图，若不存在发表偏倚，数据应左右对称分布、集中在中上部，汇集成一个大致对称的倒置漏斗形状（Light & Pillemer, 1984）。本研究漏斗图（图 2，图 3）显示，错误修剪和协作提取的效应量值主要分布于中上位置，左右大致对称。为进一步确认这一结果，又采用剪补法考察发表偏倚。剪补法基于发表偏倚造成漏斗图不对称这一假设，通过“先剪后补”方式使各研究在平均效应量的左右尽量对称分布，并重新估计合并效应量。若效应量在剪补前后差异不大，则表明发表偏倚较小（Duval

& Tweedie, 2000）。对错误修剪进行剪补法分析发现，向左侧剪补 11 项研究后，主效应仍然显著，效应量变化为 0.62，95% CI[0.49, 0.75]，$p < 0.001$。对协作提取效应的分析发现，剪补后增加了 0 项研究，效应量未发生变化。由以上结果可知，本研究不存在明显的发表偏倚。

2.3.3 模型选择和异质性检验

元分析计算效应量大小的方法主要有两种，即固定效应模型和随机效应模型。模型的选择取决于纳入元分析的研究是否拥有一个共同的效应量以及分析目的：如果研究对象或研究方法等因素在研究间相同，且不推广到样本以外的其他群体中，选择固定效应模型合适；相反，就不能假设存在一个共同的效应量，此时应使用随机效应模型（Borenstein et al., 2009）。为确定适用的模型，需对元分析进行 Q 检验和 I^2 检验。若 Q 检验具有统计学意义（即 $p < 0.05$），说明研究间是异质的。而 I^2 衡量的是效应量真实差异造成的变异占总变异的百分比，若 I^2 高于 75%则为高异质性，应在 Q 检验结果显著时选择随机效应模型，反之选用固定效应模型（Higgins et al., 2003）。

错误修剪效应元分析 Q 检验的结果显示，Q 值达到显著水平，Q (63) = 162.40，$p < 0.001$，即本研究纳入的各个效应量之间存在异质性。I^2 值为 61.21%，接近高异质性的分界取值 75%，即观察变异中 61.21%由效应量的真实差异造成，38.79%由随机误差造成，表明研究间的变异存在组间误差干扰，各研究间存在较高异质性，故本研究采用随机效应模型。此外，效应量异质还意味着协作对错误修剪的影响可能有潜在的调节变量。因此，有必要对相关调节变量进一步分析。

由于本研究也对协作提取效应进行元分析，所以对名义组与协作组正确提取量的标准化均数差的元分析进行了 Q 检验，结果表明达到了显著水平，Q (63) = 203.52，$p < 0.001$，I^2 值为 69.04%，接近高异质性的分界取值 75%，同样表明对于协作提取效应，本研究中纳入的各个效应量之间存在异质性，且研究间的变异存在组间误差干扰。



图 2 错误修剪效应值分布漏斗图



图 3 协作提取效应值分布漏斗图

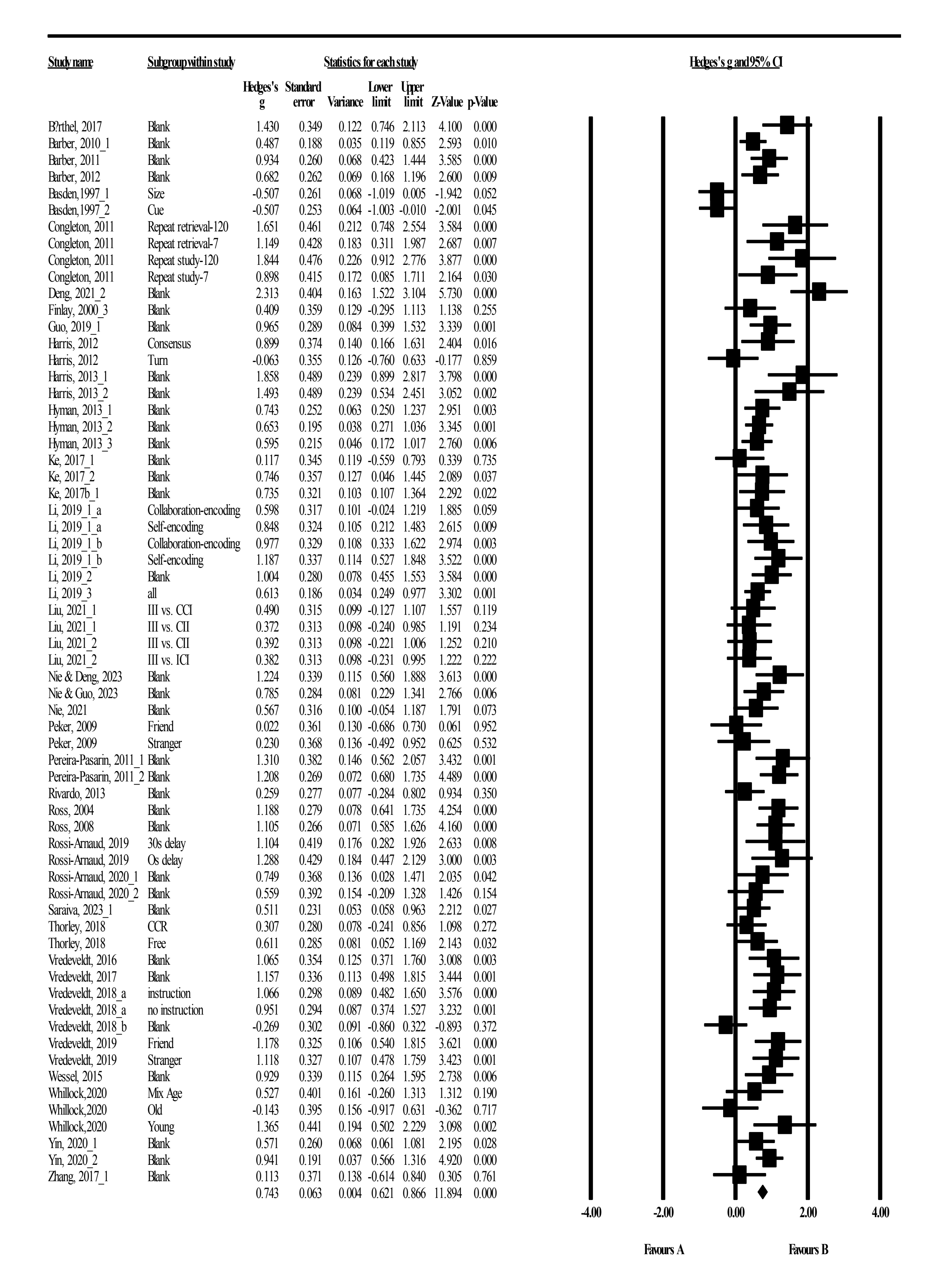
3 结果

3.1 主效应分析

本元分析共纳入 38 篇文献，包括中文文献 7 篇，英文文献 31 篇，共 64 项独立效应量，总样本量为 6225。

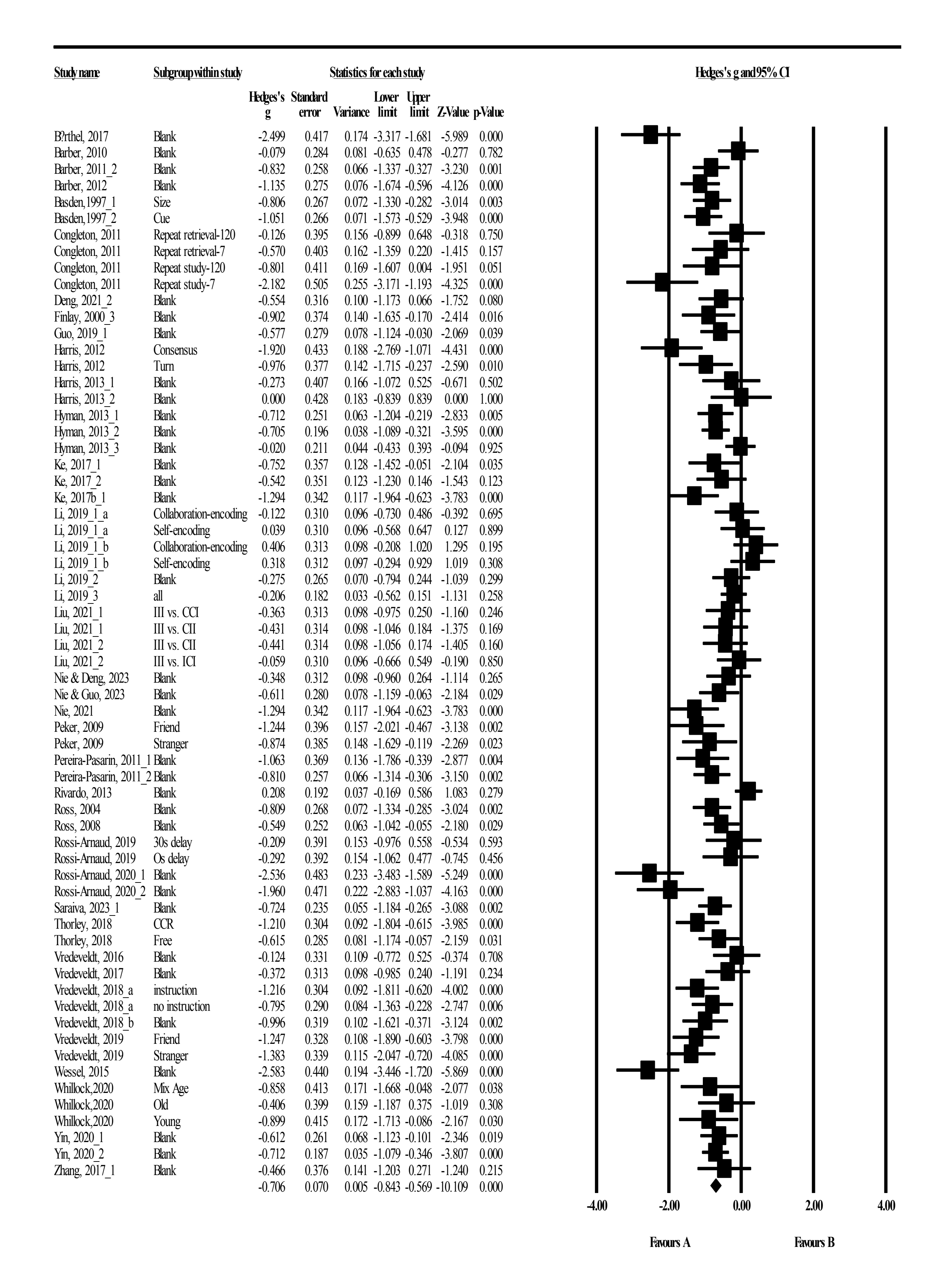
协作对错误修剪影响的主效应显著，$Z = 11.89$， $p < 0.001$，效应量为 0.74（图 4）。根据效应值 d 的划分标准，对大、中、小（包括无效应量）的分界取值为 0.8、0.5、0.2（Cohen, 1992），表明本研究得到了较大效应量。另外，协作提取的主效应也显著，$Z = –10.11$， $p < 0.001$，效应量为–0.71，即表现为协作抑制。具体数据见表 2。

对效应量进行敏感性分析的结果表明，排除任意一个研究后，错误修剪和协作提取的总效应量值分别在 0.72 ~ 0.76 和 –0.72 ~ –0.68 间波动。以上表明进入元分析的研究具有较强且稳定的错误修剪效应，同时也存在协作抑制效应。因此，假设 1 和假设 2 得到验证。



Study name	Subgroup within study	Hedges's g	Standard error	Variance	Lower limit	Upper limit	Z-Value	p-Value
B?rthel, 2017	Blank	1.430	0.349	0.122	0.746	2.113	4.100	0.000
Barber, 2010_1	Blank	0.487	0.188	0.035	0.119	0.855	2.593	0.010
Barber, 2011	Blank	0.934	0.260	0.068	0.423	1.444	3.585	0.000
Barber, 2012	Blank	0.682	0.262	0.069	0.168	1.196	2.600	0.009
Basden,1997_1	Size	-0.507	0.261	0.068	-1.019	0.005	-1.942	0.052
Basden,1997_2	Cue	-0.507	0.253	0.064	-1.003	-0.010	-2.001	0.045
Congleton, 2011	Repeat retrieval-120	1.651	0.461	0.212	0.748	2.554	3.584	0.000
Congleton, 2011	Repeat retrieval-7	1.149	0.428	0.183	0.311	1.987	2.687	0.007
Congleton, 2011	Repeat study-120	1.844	0.476	0.226	0.912	2.776	3.877	0.000
Congleton, 2011	Repeat study-7	0.898	0.415	0.172	0.085	1.711	2.164	0.030
Deng, 2021_2	Blank	2.313	0.404	0.163	1.522	3.104	5.730	0.000
Finlay, 2000_3	Blank	0.409	0.359	0.129	-0.295	1.113	1.138	0.255
Guo, 2019_1	Blank	0.965	0.289	0.084	0.399	1.532	3.339	0.001
Harris, 2012	Consensus	0.899	0.374	0.140	0.166	1.631	2.404	0.016
Harris, 2012	Turn	-0.063	0.355	0.126	-0.760	0.633	-0.177	0.859
Harris, 2013_1	Blank	1.858	0.489	0.239	0.899	2.817	3.798	0.000
Harris, 2013_2	Blank	1.493	0.489	0.239	0.534	2.451	3.052	0.002
Hyman, 2013_1	Blank	0.743	0.252	0.063	0.250	1.237	2.951	0.003
Hyman, 2013_2	Blank	0.653	0.195	0.038	0.271	1.036	3.345	0.001
Hyman, 2013_3	Blank	0.595	0.215	0.046	0.172	1.017	2.760	0.006
Ke, 2017_1	Blank	0.117	0.345	0.119	-0.559	0.793	0.339	0.735
Ke, 2017_2	Blank	0.746	0.357	0.127	0.046	1.445	2.089	0.037
Ke, 2017b_1	Blank	0.735	0.321	0.103	0.107	1.364	2.292	0.022
Li, 2019_1_a	Collaboration-encoding	0.598	0.317	0.101	-0.024	1.219	1.885	0.059
Li, 2019_1_a	Self-encoding	0.848	0.324	0.105	0.212	1.483	2.615	0.009
Li, 2019_1_b	Collaboration-encoding	0.977	0.329	0.108	0.333	1.622	2.974	0.003
Li, 2019_1_b	Self-encoding	1.187	0.337	0.114	0.527	1.848	3.522	0.000
Li, 2019_2	Blank	1.004	0.280	0.078	0.455	1.553	3.584	0.000
Li, 2019_3	all	0.613	0.186	0.034	0.249	0.977	3.302	0.001
Liu, 2021_1	III vs. CCI	0.490	0.315	0.099	-0.127	1.107	1.557	0.119
Liu, 2021_1	III vs. CII	0.372	0.313	0.098	-0.240	0.985	1.191	0.234
Liu, 2021_2	III vs. CII	0.392	0.313	0.098	-0.221	1.006	1.252	0.210
Liu, 2021_2	III vs. ICI	0.382	0.313	0.098	-0.231	0.995	1.222	0.222
Nie & Deng, 2023	Blank	1.224	0.339	0.115	0.560	1.888	3.613	0.000
Nie & Guo, 2023	Blank	0.785	0.284	0.081	0.229	1.341	2.766	0.006
Nie, 2021	Blank	0.567	0.316	0.100	-0.054	1.187	1.791	0.073
Peker, 2009	Friend	0.022	0.361	0.130	-0.686	0.730	0.061	0.952
Peker, 2009	Stranger	0.230	0.368	0.136	-0.492	0.952	0.625	0.532
Pereira-Pasarin, 2011_1	Blank	1.310	0.382	0.146	0.562	2.057	3.432	0.001
Pereira-Pasarin, 2011_2	Blank	1.208	0.269	0.072	0.680	1.735	4.489	0.000
Rivardo, 2013	Blank	0.259	0.277	0.077	-0.284	0.802	0.934	0.350
Ross, 2004	Blank	1.188	0.279	0.078	0.641	1.735	4.254	0.000
Ross, 2008	Blank	1.105	0.266	0.071	0.585	1.626	4.160	0.000
Rossi-Arnaud, 2019	30s delay	1.104	0.419	0.176	0.282	1.926	2.633	0.008
Rossi-Arnaud, 2019	0s delay	1.288	0.429	0.184	0.447	2.129	3.000	0.003
Rossi-Arnaud, 2020_1	Blank	0.749	0.368	0.136	0.028	1.471	2.035	0.042
Rossi-Arnaud, 2020_2	Blank	0.559	0.392	0.154	-0.209	1.328	1.426	0.154
Saraiva, 2023_1	Blank	0.511	0.231	0.053	0.058	0.963	2.212	0.027
Thorley, 2018	CCR	0.307	0.280	0.078	-0.241	0.856	1.098	0.272
Thorley, 2018	Free	0.611	0.285	0.081	0.052	1.169	2.143	0.032
Vredeveldt, 2016	Blank	1.065	0.354	0.125	0.371	1.760	3.008	0.003
Vredeveldt, 2017	Blank	1.157	0.336	0.113	0.498	1.815	3.444	0.001
Vredeveldt, 2018_a	instruction	1.066	0.298	0.089	0.482	1.650	3.576	0.000
Vredeveldt, 2018_a	no instruction	0.951	0.294	0.087	0.374	1.527	3.232	0.001
Vredeveldt, 2018_b	Blank	-0.269	0.302	0.091	-0.860	0.322	-0.893	0.372
Vredeveldt, 2019	Friend	1.178	0.325	0.106	0.540	1.815	3.621	0.000
Vredeveldt, 2019	Stranger	1.118	0.327	0.107	0.478	1.759	3.423	0.001
Wessel, 2015	Blank	0.929	0.339	0.115	0.264	1.595	2.738	0.006
Whillock,2020	Mix Age	0.527	0.401	0.161	-0.260	1.313	1.312	0.190
Whillock,2020	Old	-0.143	0.395	0.156	-0.917	0.631	-0.362	0.717
Whillock,2020	Young	1.365	0.441	0.194	0.502	2.229	3.098	0.002
Yin, 2020_1	Blank	0.571	0.260	0.068	0.061	1.081	2.195	0.028
Yin, 2020_2	Blank	0.941	0.191	0.037	0.566	1.316	4.920	0.000
Zhang, 2017_1	Blank	0.113	0.371	0.138	-0.614	0.840	0.305	0.761
		0.743	0.063	0.004	0.621	0.866	11.894	0.000

图 4 错误修剪效应量森林图



Study name	Subgroup within study	Hedges's g	Standard error	Variance	Lower limit	Upper limit	Z-Value	p-Value
B?rthel, 2017	Blank	-2.499	0.417	0.174	-3.317	-1.681	-5.989	0.000
Barber, 2010	Blank	-0.079	0.284	0.081	-0.635	0.478	-0.277	0.782
Barber, 2011_2	Blank	-0.832	0.258	0.066	-1.337	-0.327	-3.230	0.001
Barber, 2012	Blank	-1.135	0.275	0.076	-1.674	-0.596	-4.126	0.000
Basden, 1997_1	Size	-0.806	0.267	0.072	-1.330	-0.282	-3.014	0.003
Basden, 1997_2	Cue	-1.051	0.266	0.071	-1.573	-0.529	-3.948	0.000
Congleton, 2011	Repeat retrieval-120	-0.126	0.395	0.156	-0.899	0.648	-0.318	0.750
Congleton, 2011	Repeat retrieval-7	-0.570	0.403	0.162	-1.359	0.220	-1.415	0.157
Congleton, 2011	Repeat study-120	-0.801	0.411	0.169	-1.607	0.004	-1.951	0.051
Congleton, 2011	Repeat study-7	-2.182	0.505	0.255	-3.171	-1.193	-4.325	0.000
Deng, 2021_2	Blank	-0.554	0.316	0.100	-1.173	0.066	-1.752	0.080
Finlay, 2000_3	Blank	-0.902	0.374	0.140	-1.635	-0.170	-2.414	0.016
Guo, 2019_1	Blank	-0.577	0.279	0.078	-1.124	-0.030	-2.069	0.039
Harris, 2012	Consensus	-1.920	0.433	0.188	-2.769	-1.071	-4.431	0.000
Harris, 2012	Turn	-0.976	0.377	0.142	-1.715	-0.237	-2.590	0.010
Harris, 2013_1	Blank	-0.273	0.407	0.166	-1.072	0.525	-0.671	0.502
Harris, 2013_2	Blank	0.000	0.428	0.183	-0.839	0.839	0.000	1.000
Hyman, 2013_1	Blank	-0.712	0.251	0.063	-1.204	-0.219	-2.833	0.005
Hyman, 2013_2	Blank	-0.705	0.196	0.038	-1.089	-0.321	-3.595	0.000
Hyman, 2013_3	Blank	-0.020	0.211	0.044	-0.433	0.393	-0.094	0.925
Ke, 2017_1	Blank	-0.752	0.357	0.128	-1.452	-0.051	-2.104	0.035
Ke, 2017_2	Blank	-0.542	0.351	0.123	-1.230	0.146	-1.543	0.123
Ke, 2017b_1	Blank	-1.294	0.342	0.117	-1.964	-0.623	-3.783	0.000
Li, 2019_1_a	Collaboration-encoding	-0.122	0.310	0.096	-0.730	0.486	-0.392	0.695
Li, 2019_1_a	Self-encoding	0.039	0.310	0.096	-0.568	0.647	0.127	0.899
Li, 2019_1_b	Collaboration-encoding	0.406	0.313	0.098	-0.208	1.020	1.295	0.195
Li, 2019_1_b	Self-encoding	0.318	0.312	0.097	-0.294	0.929	1.019	0.308
Li, 2019_2	Blank	-0.275	0.265	0.070	-0.794	0.244	-1.039	0.299
Li, 2019_3	all	-0.206	0.182	0.033	-0.562	0.151	-1.131	0.258
Liu, 2021_1	III vs. CCI	-0.363	0.313	0.098	-0.975	0.250	-1.160	0.246
Liu, 2021_1	III vs. CII	-0.431	0.314	0.098	-1.046	0.184	-1.375	0.169
Liu, 2021_2	III vs. CII	-0.441	0.314	0.098	-1.056	0.174	-1.405	0.160
Liu, 2021_2	III vs. ICI	-0.059	0.310	0.096	-0.666	0.549	-0.190	0.850
Nie & Deng, 2023	Blank	-0.348	0.312	0.098	-0.960	0.264	-1.114	0.265
Nie & Guo, 2023	Blank	-0.611	0.280	0.078	-1.159	-0.063	-2.184	0.029
Nie, 2021	Blank	-1.294	0.342	0.117	-1.964	-0.623	-3.783	0.000
Peker, 2009	Friend	-1.244	0.396	0.157	-2.021	-0.467	-3.138	0.002
Peker, 2009	Stranger	-0.874	0.385	0.148	-1.629	-0.119	-2.269	0.023
Pereira-Pasarin, 2011_1	Blank	-1.063	0.369	0.136	-1.786	-0.339	-2.877	0.004
Pereira-Pasarin, 2011_2	Blank	-0.810	0.257	0.066	-1.314	-0.306	-3.150	0.002
Rivardo, 2013	Blank	0.208	0.192	0.037	-0.169	0.586	1.083	0.279
Ross, 2004	Blank	-0.809	0.268	0.072	-1.334	-0.285	-3.024	0.002
Ross, 2008	Blank	-0.549	0.252	0.063	-1.042	-0.055	-2.180	0.029
Rossi-Arnaud, 2019	30s delay	-0.209	0.391	0.153	-0.976	0.558	-0.534	0.593
Rossi-Arnaud, 2019	0s delay	-0.292	0.392	0.154	-1.062	0.477	-0.745	0.456
Rossi-Arnaud, 2020_1	Blank	-2.536	0.483	0.233	-3.483	-1.589	-5.249	0.000
Rossi-Arnaud, 2020_2	Blank	-1.960	0.471	0.222	-2.883	-1.037	-4.163	0.000
Saraiva, 2023_1	Blank	-0.724	0.235	0.055	-1.184	-0.265	-3.088	0.002
Thorley, 2018	CCR	-1.210	0.304	0.092	-1.804	-0.615	-3.985	0.000
Thorley, 2018	Free	-0.615	0.285	0.081	-1.174	-0.057	-2.159	0.031
Vredeveldt, 2016	Blank	-0.124	0.331	0.109	-0.772	0.525	-0.374	0.708
Vredeveldt, 2017	Blank	-0.372	0.313	0.098	-0.985	0.240	-1.191	0.234
Vredeveldt, 2018_a	instruction	-1.216	0.304	0.092	-1.811	-0.620	-4.002	0.000
Vredeveldt, 2018_a	no instruction	-0.795	0.290	0.084	-1.363	-0.228	-2.747	0.006
Vredeveldt, 2018_b	Blank	-0.996	0.319	0.102	-1.621	-0.371	-3.124	0.002
Vredeveldt, 2019	Friend	-1.247	0.328	0.108	-1.890	-0.603	-3.798	0.000
Vredeveldt, 2019	Stranger	-1.383	0.339	0.115	-2.047	-0.720	-4.085	0.000
Wessel, 2015	Blank	-2.583	0.440	0.194	-3.446	-1.720	-5.869	0.000
Whillock,2020	Mix Age	-0.858	0.413	0.171	-1.668	-0.048	-2.077	0.038
Whillock,2020	Old	-0.406	0.399	0.159	-1.187	0.375	-1.019	0.308
Whillock,2020	Young	-0.899	0.415	0.172	-1.713	-0.086	-2.167	0.030
Yin, 2020_1	Blank	-0.612	0.261	0.068	-1.123	-0.101	-2.346	0.019
Yin, 2020_2	Blank	-0.712	0.187	0.035	-1.079	-0.346	-3.807	0.000
Zhang, 2017_1	Blank	-0.466	0.376	0.141	-1.203	0.271	-1.240	0.215
		-0.706	0.070	0.005	-0.843	-0.569	-10.109	0.000

图 5 协作提取效应量森林图

表 2 错误修剪和协作提取效应的主效应检验

结果变量	k	效应值及 95%置信区间			双尾检验	
		Hedges's g	下限	上限	Z	p
错误修剪	64	0.74	0.62	0.87	11.89	< 0.001
协作提取	64	–0.71	–0.84	–0.57	–10.11	< 0.001

3.2 调节效应分析

协作方式（自由回忆、达成共识和轮流回忆）亚组分析结果显著，Q（组间）=45.00，p < 0.001。表明协作方式显著调节错误修剪效应，自由回忆（g = 0.77）和达成共识（g = 0.90）的协作方式具有显著的错误修剪效应；但轮流回忆（g = –0.05）的错误修剪效应不显著（p = 0.360）。因此，假设 3 得到验证。协作方式对协作提取效应的调节作用不显著，Q 值（组间）= 3.74，p = 0.154。

表 3 错误修剪效应的调节效应检验

调节变量	异质性检验			类别	k	Hedges's	95%置信区间		双尾检验	
	Q_B	df	p			g	下限	上限	Z	p
				达成共识	16	0.90	0.75	1.06	11.39	< 0.001
协作方式	45.00	2	< 0.001	自由回忆	40	0.77	0.67	0.86	16.14	< 0.001
				轮流回忆	8	0.07	–0.14	0.27	0.65	0.519
材料类型	3.89	2	0.143	分类项目	36	0.73	0.63	0.83	14.13	< 0.001
				不分类项目	12	0.58	0.43	0.73	7.61	< 0.001
				情景材料	16	0.79	0.63	0.95	9.65	< 0.001
关系类型	3.37	1	0.067	熟悉关系	12	0.85	0.70	1.01	10.74	< 0.001
				陌生关系	49	0.68	0.60	0.77	15.34	< 0.001

材料类型（情景材料、分类项目和不分类项目）对错误修剪效应的调节作用不显著。Q（组间）= 3.89， p = 0.143，假设 4 未得到验证。但材料类型对协作提取效应的调节作用显著， Q（组间）=10.29，p = 0.006。情景材料的协作抑制效应（g = –0.83）最大，分类项目（g = –0.62）和不分类项目（g = –0.47）的协作抑制效应依次减弱。

在协作关系类型对错误修剪效应调节作用的检验中，将 3 项不同关系混合的研究排除在分析之外，根据不同类型关系的性质和研究数量的实际情况，将夫妻和朋友关系合并为熟悉关系，这样，共有熟悉和陌生关系的共 61 个效应量纳入分析。结果显示，关系类型对错误修剪效应的调节作用边缘显著，Q（组间）= 3.07，p = 0.067。熟悉关系的效应值（g = 0.85）高于陌生关系（g = 0.68），即熟悉关系促进了错误修剪。因此，假设 5 得到验证。另外，关系类型也显著调节协作提取效应，Q (组间)=9.79，p = 0.005。陌生关系的效应值（g = –0.73）显著低于熟悉关系（g = –0.48），表明熟悉关系减弱了协作抑制效应。以上具体见表 3 和表 4。

表 4 协作提取效应的调节效应检验

调节变量	异质性检验			类别	k	Hedges's	95%置信区间		双尾检验	
	Q_B	df	p			g	下限	上限	Z	p
协作方式	3.74	2	0.154	达成共识	16	–0.58	–0.74	–0.43	–7.38	< 0.001
				自由回忆	40	–0.61	–0.71	–0.52	–12.99	< 0.001
				轮流回忆	8	–0.82	–1.04	–0.61	–8.60	< 0.001
材料类型	10.29	2	0.006	分类项目	36	–0.62	–0.72	–0.52	–12.20	< 0.001
				不分类项目	12	–0.47	–0.62	–0.31	–5.86	< 0.001
				情景材料	16	–0.83	–0.99	–0.67	–10.25	< 0.001
关系类型	9.79	1	0.005	熟悉关系	12	–0.48	–0.63	–0.33	–6.23	< 0.001
				陌生关系	49	–0.73	–0.82	–0.64	–16.01	< 0.001

4 讨论

4.1 错误修剪效应的稳定性与机制

根据主效应检验结果，协作记忆中的错误修剪效应是稳定存在。而对协作提取效应量的分析也得到了与 Marion 等（2016）的元分析一致的结果，即这些研究也存在稳定的协作抑制效应。协作在导致正确提取数量减少的同时，也使错误提取数量减少，体现了协作在记忆提取中优势的方面。以往研究主要使用提取策略中断假说对协作抑制为主的协作提取效应进行解释，但这一假说对本研究发现的协作抑制同时伴随错误提取减少的结果缺少说服力，并且以往研究在解释协作提取抑制时，也往往忽略了错误修剪的结果（Blumen et al., 2014; Harris et al., 2017; Pepe et al., 2021）。

如前所述，协作提取中稳定的错误修剪效应主要来自于协作组成员在交流和相互提示中发现他人和自己提取中的错误（Maswood et al., 2022）。而本研究发现的协作使错误提取减少（错误修剪）、也使正确提取减少（协作抑制）的结果，表明了协作组成员间的交流、反馈和提示更有利于删除错误项目，而不利于旧项目的正确提取。这是因为，项目提取中的删除错误，主要是对他人提取项目正确与否的判断，即只需知晓感（feeling of knowing, FOK）的熟悉性加工，受提取策略影响小（Isingrini et al., 2016）；另一方面，在已有研究中，多数协作记忆的提取任务，无论是何种协作方式，多是回忆而非再认的任务，其中情景材料更是如此（Nie et al., 2021; Thorley, 2018）。也就是说，协作提取效应的指标多采自对旧项目的回忆，需要较高的编码水平，且主要依赖策略加工，所以在协作提取中更多受策略中断的干扰。

4.2 调节效应

4.2.1 协作方式的调节效应

根据元分析结果，协作方式对错误修剪的调节效应显著。自由回忆和达成共识的协作导

致稳定的错误修剪效应，而轮流回忆时并未出现明显的错误修剪。

协作提取方式的区别，实质是协作组成员交流互动方式的不同。自由回忆和达成共识均伴随协作组成员的交流讨论，轮流回忆则不然。如前所述，成员间的交流对删除错误更为有效，而轮流回忆的协作方式限制了交流，无法出言纠正同伴的错误，且轮流提取使个体感受到更大压力，会增加错误信息入侵的概率（Thorley et al., 2007）。

但对于协作提取效应，协作方式的调节不显著，即无论何种方式的协作提取，都出现了稳定的协作抑制。以往有实验研究也得到了类似结果，如自由回忆和轮流回忆对协作抑制的影响相似（Thorley et al., 2007）、达成共识和轮流回忆均显著加强了协作抑制（Harris et al., 2012）等。而前述 Marion 等（2016）的元分析结果却与本研究不同，发现轮流回忆比自由回忆导致了更强的协作抑制效应。这可能与本元分析增加了达成共识这一协作方式有关——达成共识只强调提取结果最终一致，这在总体上能促使协作组成员更深入参与项目的提取加工（Harris et al., 2012），但在实际的协作过程中，协作组可能采用更接近轮流提取或更偏向自由回忆的协作方式。所以本研究的达成共识的协作方式的加入，减少了自由回忆和轮流回忆在协作抑制程度上的区别。

4.2.2 材料类型的调节效应

亚组分析结果表明，材料类型对错误修剪的调节效应不显著，即错误修剪具有跨材料类型的稳定性和相似强度。

以往研究缺乏不同类型材料在错误修剪上的对比结果，但同一种材料，特别是情景材料的多个协作记忆研究，其错误修剪结果也不尽相同。例如，有研究发现协作使故事类材料的提取更准确（Bärthel et al., 2017），但另有研究使用同种材料，得出了协作组和名义组的准确性没有差异的结果（Vredeveldt et al., 2018），Thorley（2018）以犯罪内容电影为材料的研究也没有发现显著的错误修剪效应。以上至少表明错误修剪与特定材料类型的关联较小。结合本研究的错误修剪效应不存在材料类型差异的结果，推测其中的机制在于，不同类型材料在编码阶段依赖不同的线索，即情景材料的提取主要依赖情景线索，分类项目具备不分类项目缺少的类别线索。但如前所述，错误修剪由“拒绝错误”达成，主要基于对同伴提取结果的熟悉性判断，和几种类型材料的不同提取线索关联较小，所以具有跨材料的一致性。

而本研究对协作提取效应的元分析表明，材料类型的调节效应显著，与分类和不分类的项目材料相比，情景材料增强了协作抑制效应，即正确提取数量最少。但较早的元分析研究的结果表明，情景材料减弱了协作抑制效应，研究者认为这是由于情景材料的内在逻辑结构清晰，在学习和检索信息时更可能采用相似的编码和提取策略，因而受到的策略干扰最少（Marion et al., 2016）。但以此类推，如果情景材料的情节复杂，细节丰富，或自我相关度高，就需要更精细化的编码过程，以及多样化的提取策略（Harris et al., 2017; 张环 等, 2021），容易出现协作抑制效应（Vredeveldt & Van Koppen, 2018）。综合而言，情景材料的协作提取效应可能取决于材料的情节、信息量等具体特点，而非材料类型本身。

4.2.3 关系类型的调节效应

亚组分析结果显示，关系类型对错误修剪的调节效应显著。当协作组成员相互熟悉时，错误修剪效应高于陌生关系协作，即关系类型是影响错误修剪的重要因素。

在协作记忆中，关系类型背后的关键因素是熟悉与否导致的交流、反馈方式与策略的差别。根据交互记忆理论，熟悉关系的协作组成员更了解彼此的知识基础和提取策略，包括在信息提取中对方易出现的错误，能在此基础上进行更有效的、针对性的交流，从而增强整体的协作记忆能力，也使错误修剪效应更明显（Meade & Roediger, 2009）。例如，有研究表明，熟悉关系的成员在共同提取时会使用更多的交流策略，包括阐述，纠正，确认和重述等，促进了对相关信息的共同关注（Selwood et al., 2020）。

再从协作提取效应看，关系类型的调节效应也显著。人际关系类型的调节方向基本与错误修剪效应一致，协作组成员为陌生关系时，协作抑制的效应值最高，朋友和夫妻关系的效应值虽然较低，但协作抑制效应并未消失。这也与 Marion 等（2016）的元分析结果相一致，即人际关系类型对协作提取具有调节作用，且陌生关系比熟悉关系表现出更强的抑制效应。

4.3 研究不足与展望

本研究主要存在以下不足：（1）元分析研究需要尽可能全面纳入已有文献，但一方面，一些协作记忆研究没有记录协作组错误数量（错误率）数据，本次元分析无法纳入；另一方面，有个别未发表文献未能成功获取，存在数据遗漏。（2）元分析的个别亚组之间效应值个数差异较大，可能会对结果产生一定的影响，须待后续相关亚组研究数量增多，才能进一步确认亚组分析结果的稳定性。（3）协作提取效应和错误修剪的影响因素较多，但由于纳入元分析的研究数量的限制，本研究仅考察了提取方式、材料类型和人际关系类型三个因素，还可能存在其他未纳入元分析的调节变量。

本研究对协作提取中的错误修剪进行了元分析，初步明确了错误修剪的稳定性与主要调节因素。而一些研究发现，若安排协作组成员在协作提取之后，经过一定延时再进行单独提取（即二次提取），可能出现提取的正确项目比名义组更多的"协作后受益"现象（Nie et al., 2021）。研究者认为，这是由于在协作提取（一次提取）阶段，个体通过其他成员的提取对项目进行了再学习（Congleton & Rajaram, 2011），也有研究者用策略干扰的解除阐释这种记忆反弹（Blumen & Rajaram, 2008）。与名义组相比，协作组成员在二次提取中是否亦出现错误修剪效应，以及与一次提取的错误修剪和协作提取效应的关联等，可在未来通过元分析研究对这类结果做出归纳，通过探讨错误修剪效应的延续性、稳定性，为确定协作影响记忆提取质量的加工机制提供证据。

5 结论

本元分析研究发现：（1）错误修剪是协作提取的较稳定的效应，且往往伴随协作抑制。协作提取中错误的减少与错误修剪的条件有关，即错误修剪主要取决于对协作组他人的回忆

进行“旧材料”或“虚假记忆”的来源判断，依赖熟悉性加工；协作提取效应则取决于基于策略加工的回忆，对加工策略和加工水平要求较高。（2）自由回忆和达成共识的提取比轮流提取得到更大错误修剪效应，也与这两种协作方式更有利于对同伴提取进行熟悉性判断并充分交流有关。（3）错误修剪效应不受材料类型的影响，原因是不同类型材料的提取对加工水平和加工策略不敏感。（4）熟悉关系能使协作成员间更了解对方在提取时易犯的错误并有针对性地纠正，增大了错误修剪效应。

参考文献

*为纳入元分析文献

Andrews, J., & Rapp, D. N. (2015). Benefits, costs, and challenges of collaboration for learning and memory. *Translational Issues in Psychological Science*, *1*(2), 182–191.

Barber, S. J., Harris, C. B., & Rajaram, S. (2015). Why two heads apart are better than two heads together: multiple mechanisms underlie the collaborative inhibition effect in memory. *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory, and Cognition*, *41*(2), 559–566.

*Barber, S. J., & Rajaram, S. (2011). Collaborative memory and part-set cueing impairments: The role of executive depletion in modulating retrieval disruption. *Memory*, *19*(4), 378–397.

*Barber, S. J., Rajaram, S., & Aron, A. (2010). When two is too many: Collaborative encoding impairs memory. *Memory and Cognition, 38*(3), 255–264.

*Barber, S. J., Rajaram, S., & Fox, E. B. (2012). Learning and remembering with others: The key role of retrieval in shaping group recall and collective memory. *Social Cognition, 30*(1), 121–132.

Barnier, A. J., Harris, C. B., Morris, T., & Savage, G. (2018). Collaborative facilitation in older couples: Successful joint remembering across memory tasks. *Frontiers in Psychology*, *9*, 2385.

*Bärthel, G. A., Wessel, I., Huntjens, R. J., & Verwoerd, J. (2017). Collaboration enhances later individual memory for emotional material. *Memory, 25*(5), 636–646.

*Basden, B. H., Basden, D. R., Bryner, S., & Thomas 3rd, R. L. (1997). A comparison of group and individual remembering: does collaboration disrupt retrieval strategies? *Journal of Experimental psychology. Learning, Memory, and Cognition, 23*(5), 1176–1191.

Blumen, H. M., & Rajaram, S. (2008). Influence of re-exposure and retrieval disruption during group collaboration on later individual recall. *Memory*, *16*(3), 231–244.

Blumen, H. M., Young, K. E., & Rajaram, S. (2014). Optimizing group collaboration to improve later retention. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, *3*(4), 244–251.

Borenstein, M., Hedges, L., Higgins, J., & Rothstein, H. R. (2014). *Comprehensive meta-analysis (version 3.3) [computer software]*. Englewood, NJ: Biostat.

Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P. T., & Rothstein, H. R. (2009). *Introduction to meta-analysis*. Chichester, UK: Wiley.

Browning, C. A., Harris, C. B., Van Bergen, P., Barnier, A. J., & Rendell, P. G. (2018). Collaboration and prospective memory: Comparing nominal and collaborative group performance in strangers and couples. *Memory*, *26*(9), 1206–1219.

Clark, S. E., Hori, A., & Putnam, A. (2000). Group collaboration in recognition memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *26*(6), 1578–1588.

Cohen, J. (1992). Statistical power analysis. *Current directions in psychological science*, *1*(3), 98–101.

Coman, A., Manier, D., & Hirst, W. (2009). Forgetting the unforgettable through conversation: Socially shared retrieval-induced forgetting of September 11 memories. *Psychological Science*, *20*(5), 627–633.

*Congleton, A. R., & Rajaram, S. (2011). The influence of learning methods on collaboration: Prior repeated retrieval enhances retrieval organization, abolishes collaborative inhibition, and promotes post-collaborative memory. *Journal of Experimental Psychology: General, 140*(4), 535–551.

*Deng, C. (2021). *The effects of collaboration and retrieval tasks on memory for emotional words: Insight from the emotional carryover effect* (Unpublished master's thesis). Zhejiang University.

[邓灿. (2021). *合作和提取任务对情绪词记忆的影响——基于情绪遗留效应角度* (硕士学位论文). 浙江大学.]

Duval, S., & Tweedie, R. (2000). Trim and fill: A simple funnelplot-based method of testing and adjusting for publication bias in meta-analysis. *Biometrics, 56*(2), 455–463.

Ekeocha, J. O., & Brennan, S. E. (2008). Collaborative recall in face-to-face and electronic groups. *Memory, 16*(3), 245–261.

*Finlay, F., Hitch, G. J., & Meudell, P. R. (2000). Mutual inhibition in collaborative recall: evidence for a retrieval-based account. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *26*(6), 1556–1557.

Goulden, K. J. (2006). Effect sizes for research: A broad practical approach. *Journal of Developmental Behavioral Pediatrics, 27*(5), 419–420.

*Guo, B. Y. (2019). *Does directed forgetting moderate collaborative memory? The effects of emotional valence and group interaction* (Unpublished master's thesis). Zhejiang University.

[郭冰燕. (2019). *定向遗忘调节合作记忆吗？——情绪效价与合作方式的作用* (硕士学位论文). 浙江大学.]

*Harris, C. B., Barnier, A. J., & Sutton, J. (2012). Consensus collaboration enhances group and individual recall accuracy. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 65*(1), 179–194.

*Harris, C. B., Barnier, A. J., & Sutton, J. (2013). Shared Encoding and the Costs and Benefits of Collaborative Recall. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 39*(1), 183–195.

Harris, C. B., Barnier, A. J., Sutton, J., Keil, P. G., & Dixon, R. A. (2017). "Going episodic":

Collaborative inhibition and facilitation when long-married couples remember together. *Memory*, *25*(8), 1148–1159.

Higgins, J. P., Thompson, S. G., Deeks, J. J., & Altman, D. G. (2003). Measuring inconsistency in meta-analyses. *British Medical Journal*, *327*(7414), 557–560.

*Hyman Jr, I. E., Cardwell, B. A., & Roy, R. A. (2013). Multiple causes of collaborative inhibition in memory for categorised word lists. *Memory, 21*(7), 875–890.

Isingrini, M., Sacher, M., Perrotin, A., Taconnat, L., Souchay, C., Stoehr, H., & Bouazzaoui, B. (2016). Episodic feeling-of-knowing relies on noncriterial recollection and familiarity: Evidence using an online remember-know procedure. *Consciousness and cognition*, *41*, 31–40.

Johnson, M. K., Hashtroudi, S., & Lindsay, D. S. (1993). Source monitoring. *Psychological Bulletin, 114*, 3–28.

*Ke, C. C. (2017). *Costs and benefits of collaborative memory: Research based on recall tasks* (Unpublished master's thesis). Zhejiang University.

[柯淳淳. (2017). *合作对记忆的抑制与促进——基于回忆任务的研究* (硕士学位论文). 浙江大学.]

*Ke, C. C., Nie A. Q., & Zhang R. Q. (2017). The modulation of recall task on collaborative inhibition and error pruning: The influence of emotional valence and level of processing. *Acta Psychologica Sinica, 49*(6), 733–744.

[柯淳淳，聂爱情，张瑞卿. (2017). 回忆任务对合作抑制和错误修剪的调节——情绪效价和编码水平的影响. *心理学报*, *49*(6), 733–744.]

Kensinger, E. A., O'Brien, J. L., Swanberg, K., Garoff-Eaton, R. J., & Schacter, D. L. (2007). The effects of emotional content on reality-monitoring performance in young and older adults. *Psychology and aging*, *22*(4), 752–764.

*Li, M. M. (2019). *The influence of collaborative encoding combined with collaborative recall on memory* (Unpublished master's thesis). Tianjin Normal University.

[李明旻. (2019). *协作编码结合协作提取对记忆的影响* (硕士学位论文). 天津师范大学.]

Light, R. J., & Pillemer, D. B. (1984). *Summing up: The science of reviewing research*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

*Liu, S. (2021). *Beneficial and detrimental effects of collaborative frequency and collaborative order on memory performance* (Unpublished master's thesis). Tianjin Normal University.

[刘斯. (2021). *合作频率和合作顺序对记忆绩效的促进和抑制* (硕士学位论文). 天津师范大学.]

Marion, S. B., & Thorley, C. (2016). A meta-analytic review of collaborative inhibition and postcollaborative memory: Testing the predictions of the retrieval strategy disruption hypothesis. *Psychological Bulletin*, *142*(11), 1141–1164.

Maswood, R., Luhmann, C. C., & Rajaram, S. (2022). Persistence of false memories and

emergence of collective false memory: collaborative recall of DRM word lists. *Memory, 30*(4), 465–479.

Meade, M. L., & Roediger, H. L. (2009). Age differences in collaborative memory: The role of retrieval manipulations. *Memory and Cognition*, *37*(7), 962–975.

*Nie, A., & Deng, C. (2023). Detrimental and beneficial effects in ongoing and lasting collaborative memory: Insight from the emotional timeout procedure. *Advances in Cognitive Psychology*, *19*(1), 59–79.

*Nie, A., & Guo, B. (2023). Benefits and detriments of social collaborative memory in turn-taking and directed forgetting. *Perceptual and Motor Skills*, *130*(3), 1040–1076.

*Nie, A., Ke, C., Guo, B., Li, M., & Xiao, Y. (2021). Collaborative memory for categorized lists: ongoing and lasting effects are sensitive to episodic memory tasks. *Current Psychology, 42*, 3870–3887.

Nie, A., Ke, C., Li, M., & Guo, B. (2019). Disrupters as well as monitors: Roles of others during and after collaborative remembering in the DRM procedure. *Advances in Cognitive Psychology*, *15*(4), 276–289.

*Peker, M., & Tekcan, A. I. (2009). The role of familiarity among group members in collaborative inhibition and social contagion. *Social Psychology, 40*(3), 111–118.

Pepe, N. W., Wang, Q., & Rajaram, S. (2021). Collaborative remembering in ethnically uniform and diverse group settings. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, *10*(1), 95–103.

*Pereira-Pasarin, L. P., & Rajaram, S. (2011). Study repetition and divided attention: Effects of encoding manipulations on collaborative inhibition in group recall. *Memory and Cognition, 39*(6), 968–976.

Rajaram, S. (2011). Collaboration both hurts and helps memory: A cognitive perspective. *Current Directions in Psychological Science*, *20*(2), 76–81.

Rajaram, S., & Pereira-Pasarin, L. P. (2010). Collaborative memory: Cognitive research and theory. *Perspectives on Psychological Science*, *5*(6), 649–663.

*Rivardo, M. G., Rutledge, A. T., Chelecki, C., Stayer, B. E., Quarles, M., & Kline, A. (2013). Collaborative recall of eyewitness event increases misinformation effect at 1 week. *North American Journal of Psychology, 15*(3), 495–495.

*Ross, M., Spencer, S. J., Blatz, C. W., & Restorick, E. (2008). Collaboration reduces the frequency of false memories in older and younger adults. *Psychology and Aging, 23*(1), 85–92.

*Ross, M., Spencer, S. J., Linardatos, L., Lam, K. C., & Perunovic, M. (2004). Going shopping and identifying landmarks: Does collaboration improve older people's memory? *Applied Cognitive Psychology*, *18*(6), 683–696.

Rossi-Arnaud, C., Pieroni, L., Spataro, P., & Cestari, V. (2011). Effects of pair collaboration and word‐frequency in recognition memory: A study with the remember‐know procedure.

Scandinavian Journal of Psychology, *52*(6), 516–523.

*Rossi-Arnaud, C., Spataro, P., Bhatia, D., & Cestari, V. (2019). Collaborative remembering reduces suggestibility: A study with the Gudjonsson Suggestibility Scale. *Memory, 27*(5), 603–611.

*Rossi-Arnaud, C., Spataro, P., Bhatia, D., Doricchi, F., Mastroberardino, S., & Cestari, V. (2020). Long-lasting positive effects of collaborative remembering on false assents to misleading questions. *Acta Psychologica, 203*, 102986.

Rothstein, H. R., Sutton, A. J., & Borenstein, M. (2005). Publication bias in meta-analysis. In H. R. Rothstein, A. J. Sutton, & M. Borenstein (Eds.), *Publication bias in metaanalysis: Prevention, assessment, and adjustments* (pp.1–7). Chichester: John Wliley & Sons, Ltd.

Saraiva, M., Albuquerque, P. B., & Arantes, J. (2017). Production of false memories in collaborative memory tasks using the DRM paradigm. *Psicologica, 38*(2), 209–229.

*Saraiva, M., Albuquerque, P. B., & Garrido, M. V. (2023). Collaborative inhibition effect: the role of memory task and retrieval method. *Psychological Research.* Advance online publication.

Selwood, A., Harris, C. B., Barnier, A. J., & Sutton, J. (2020). Effects of collaboration on the qualities of autobiographical recall in strangers, friends, and siblings: Both remembering partner and communication processes matter. *Memory*, *28*(3), 399–416.

Takahashi, M. (2007). Does collaborative remembering reduce false memories? *British Journal of Psychology, 98*(1), 1–13.

*Thorley, C. (2018). Enhancing individual and collaborative eyewitness memory with category clustering recall. *Memory, 26*(8), 1128–1139.

Thorley, C., & Dewhurst, S. A. (2007). Collaborative false recall in the DRM procedure: Effects of group size and group pressure. *European Journal of Cognitive Psychology*, *19*(6), 867–881.

*Vredeveldt, A., & Van Koppen, P. J. (2018). Recounting a common experience: On the effectiveness of instructing eyewitness pairs. *Frontiers in Psychology, 9*, 284.

*Vredeveldt, A., Groen, R. N., Ampt, J. E., & van Koppen, P. J. (2017). When discussion between eyewitnesses helps memory. *Legal and Criminological Psychology, 22*(2), 242–259.

*Vredeveldt, A., Hildebrandt, A., & Van Koppen, P. J. (2016). Acknowledge, repeat, rephrase, elaborate: Witnesses can help each other remember more. *Memory*, *24*(5), 669–682.

*Vredeveldt, A., Kesteloo, L., & Van Koppen, P. J. (2018). Writing alone or together: Police officers' collaborative reports of an incident. *Criminal Justice and Behavior*, *45*(7), 1071–1092.

*Vredeveldt, A., van Deuren, S., & van Koppen, P. J. (2019). Remembering with a friend or a stranger: Comparing acquainted and unacquainted pairs in collaborative eyewitness interviews. *Memory, 27*(10), 1390–1403.

Wegner, D. M. (1987). Transactive memory: A contemporary analysis of the group mind.

In *Theories of group behavior* (pp. 185–208). Springer, New York, NY.

Weldon, M. S., Blair, C., & Huebsch, P. D. (2000). Group remembering: Does social loafing underlie collaborative inhibition? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *26*(6), 1568–1577.

*Wessel, I., Zandstra, A. R. E., Hengeveld, H. M., & Moulds, M. L. (2015). Collaborative recall of details of an emotional film. *Memory*, *23*(3), 437–444.

*Whillock, S. R., Meade, M. L., Hutchison, K. A., & Tsosie, M. D. (2020). Collaborative inhibition in same-age and mixed-age dyads. *Psychology and Aging, 35*(7), 963–973.

Wilson, D. B., & Lipsey, M. W. (2001). The role of method in treatment effectiveness research: evidence from meta-analysis. *Psychological Methods*, *6*(4), 413–429.

*Yin, J. L. (2020). *Effects of emotional state and emotional words on collaboration inhibition of college students* (Unpublished master's thesis). Tianjin Normal University.

[殷吉利. (2020). *情绪状态和情绪材料对大学生协作抑制的影响* (硕士学位论文). 天津师范大学.]

Zhang H., Wang X., Liu Y. B., Cao X. C., & Wu J. (2021). The influence of members' relationship on collaborative remembering. *Acta Psychologica Sinica, 53*(5), 481–493.

[张环，王欣，刘一贝，曹贤才，吴捷. (2021). 成员关系对协作提取成绩的影响. *心理学报*, *53*(5), 481–493.]

*Zhang, H., Fu, Y., Zhang, X., & Shi, J. (2017). The effect of item similarity and response competition manipulations on collaborative inhibition in group recall. *Scientific Reports, 7*(1), 11946.

Zhang Y.L., Li S., Yu G. L. (2019). The relationship between self-esteem and social anxiety: A meta-analysis with Chinese students. *Advances in Psychological Science, 27*(6), 1005–1018.

[张亚利, 李森, 俞国良. (2019). 自尊与社交焦虑的关系：基于中国学生群体的元分析. *心理科学进展, 27*(6), 1005–1018.]

How collaboration reduces memory errors: A meta-analysis review

SUN Yaru, LIU Zejun, DUAN Yajie, CHEN Ning, LIU Wei

(*College of Education, Shanghai Normal University, Shanghai 200234, China*)

Abstract

In collaborative memory, the memory performances of collaborative and equal-sized nominal groups were measured by the number of correctly recalled items. By comparing the correct recall results between the two groups, collaboration during the retrieval phase is seen to possibly result in collaborative inhibition and collaborative facilitation. However, recall error items were also

essential indicators of collaboration. Several studies have considered error recall items as indicators to show that collaboration is beneficial in reducing errors. The phenomenon of collaborative groups recording significantly fewer recall errors than nominal groups is referred to as the "error pruning effect." The mechanisms and moderators of the collaborative inhibition effect have been explored in several previous studies, but evidence on the mechanism of the "error pruning effect" is scarce. This meta-analysis aimed to investigate the robustness of error pruning in collaborative memory and to examine the potential mechanisms and moderators.

Studies were identified with several keywords, including "collaborative memory," "collaborative recall," "collaborative inhibition," and "collaborative facilitation." English language databases, including Web of Science, Science Direct, EBSCO, and ProQuest, as well as the Chinese language database CNKI, were searched. From 38 empirical studies (from a total sample N = 6225), 64 independent samples were included. We chose the random-effect model to conduct the meta-analysis using CMA3.3. The 64 independent samples showed considerable heterogeneity. Moreover, no substantial publication bias was found in the studies, which was confirmed by the funnel plot, fail-safe number, and trim and fill methods.

Standardized mean differences measured by Hedges' g were used as the effect size index in the meta-analysis. The main effect showed a large and robust error pruning effect and collaborative inhibition effect in the results. Moreover, the results indicated that the collaborative inhibition effect commonly accompanies the error pruning effect. Further analysis revealed that collaborative approaches and interpersonal relationships moderate the error pruning effect. In particular, collaboration of free-flowing and consensus building enhanced the error pruning effect, while collaboration had no significant effect on the inhibition effect. The type of material had no significant effect on error pruning, while story material increased collaborative inhibition. Familiar relationships increased the error pruning effect, but they weakened collaborative inhibition.

Overall, the study results demonstrated the effect of collaborative recall on inhibiting error and improving accuracy. Collaboration and interpersonal relationships may act as important moderating variables in the process. Although error pruning resulted from a feeling of knowing through recall from collaborative partners, it required a relatively low level of processing. Lastly, efficient error correction could be easily achieved through sufficient communication.

Key words collaborative memory, meta-analysis, error pruning, collaborative inhibition, moderating effect